引用格式：董敬明，刘子飞，陈丽梅．我国海洋碳汇交易政策、实践及展望．中国科学院院刊，2024, 39(3): 519-527, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20230615003.
Dong J M, Liu Z F, Chen L M. Trading policy, practice and prospect on marine carbon sequestration in China. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(3): 519-527, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20230615003. (in Chinese)

我国海洋碳汇交易政策、实践及展望

董敬明[1]　刘子飞[2*]　陈丽梅[1]
1 福州市规划设计研究院集团有限公司　福州　350108
2 中国水产科学研究院　北京　100141

摘要　海洋碳汇交易是推进海洋生态文明建设、海洋强国等战略的内在要求和有效机制。文章分析比较了我国海洋碳汇交易的政策与实践，并对未来进行了展望。结果表明在碳市场建设、“双碳1+N”政策框架下，我国海洋碳汇交易顶层制度初具基础，具体表现在：国家层面出台实施了多部海洋碳汇标准；在地方层面上，部分区域发布和实施了典型海洋碳汇交易的核算指南或方法学，操作性政策正在逐步构建；个别区域开展了海洋碳汇交易的探索性实践，探索性交易涉及红树林、双壳贝类、大型藻类、盐沼等交易标的，以及直接购买、参加保险、质押贷款、拍卖等交易方式。我国海洋碳汇的政策规范和探索性交易，为未来更加规范的海洋碳汇交易积累了宝贵的经验。然而，不健全的交易流程、不规范的审查和报告、缺乏监督的平台和普遍较低价格等因素，降低了海洋碳汇在碳资源优化配置及蓝色经济转型升级中应发挥的作用。为此，文章提出了推进未来海洋碳汇交易发展的建议：将海洋碳汇纳入以中国核证自愿减排量（CCER）为核心的交易体系，加快标准和方法学研制以健全操作性政策，改进交易流程、健全方法、多元化主体，并开展针对性的实践。

关键词　海洋碳汇交易，海洋碳汇政策，碳交易政策，蓝碳交易，海洋生态修复

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20230615003

CSTR　32128.14.CASbulletin.20230615003

海洋碳汇的潜力开发是人类应对气候变化和各经济体实现碳达峰、碳中和（以下简称“双碳”）目标的必然选择和有效途径。从碳库体量来看，海洋是世界上最大的碳汇体，海洋碳库的碳储量约为39万亿

*通信作者
资助项目：湖州师范学院“两山”理念研究院2022年度重点专项课题（LSZ2203），国家现代农业产业技术体系专项资助（CARS-49），中国水产科学研究院中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资助（2022XT0804、2023-0118）
修改稿收到日期：2024年2月23日；预出版日期：2024年3月1日

吨，是陆地碳库的20倍、大气碳库的50倍，海洋生态系统固定了全球55%的碳，每年约有30%由人类活动排放到大气中的二氧化碳被海洋吸收。从效率来看，单位海域中生物的固碳量是森林的10倍，是草原的290倍[1,2]。从资源禀赋来看，地球表面约70%为海洋，我国拥有约300万平方千米的主张管辖海域和1.8万千米的大陆海岸线，海洋碳汇资源禀赋丰裕、潜力巨大。从碳汇技术来看，随着微生物碳泵（MCP）理论的发展，在传统海洋生态系统修复（如红树林、海草床、盐沼的修复与保护）等增汇固碳基础上，陆海统筹、海洋负排放、海洋碱化等也被正式纳入海洋碳汇框架体系中。从国际交易来看，美国、印度尼西亚、肯尼亚、马达加斯加、塞内加尔等均计划推进或已开展海洋碳汇交易项目。

我国碳排放总量约104亿吨，用于抵消的潜在碳汇需求量约为4亿吨，而国内签发的碳汇量所剩无几。因此，我国对效率高、潜力大的海洋碳汇交易需求强烈。在我国“双碳”目标、海洋生态文明建设和海洋强国战略等大背景下，作为实现海洋碳汇价值、修复和保护海洋生态的有效手段，交易政策与交易实践仍处于起步探索阶段，急需加强研究[3,4]。文章对我国海洋碳汇交易的有关政策和探索实践进行总结分析，并结合现实需求和存在困境提出战略建议，为构建海洋碳汇这一生态资本化的可行交易机制，统筹推进“减污、降碳、扩绿、增长”和“双碳”目标提供参考。

1 我国海洋碳汇交易政策现状

我国海洋碳汇交易政策可大致分为2类。① 制度性政策。关注全国碳交易市场（以下简称“碳市场”）总体布局，是方向性或主体政策，为海洋碳汇交易提供了政策制度上的可能性，集中体现于碳市场制度和国家有关海洋碳汇的顶层设计政策。② 操作性政策。重点关注实践依据，更大程度上是具体化措施，为海洋碳汇交易提供操作上的指南，集中体现于海洋碳汇交易规程、评估标准及方法学。

1.1 海洋碳汇交易制度性政策

我国海洋碳汇交易可从2个维度考察。① 市场空间维度。碳市场分为全国和区域2类，是从区域试点开始，演变为当前的全国碳市场和地方碳市场共存的格局。② 交易标的维度。我国碳市场分为强制属性的碳排放权配额（CEA）交易市场和自愿属性的中国核证自愿减排量（CCER）交易市场2类[5]，主要经历了碳排放权市场先行、两者共存和碳排放权单一市场的过程。

目前我国缺乏国家层面的海洋碳汇所属的CCER交易制度。从理论和制度上来看，海洋碳汇属于CCER交易市场，但是由于CCER交易市场存在前期交易不规范、对政策目标贡献小等问题，该市场已于2017年关闭，停止了交易CCER相关的增量业务。由于海洋碳汇基础研究不足、评估标准和方法学不完善等，前期实践上还未将海洋碳汇纳入CCER市场交易[3,4]。不过，随着全国碳市场建设推进，我国CCER交易市场正借鉴前期经验进行改进，并即将重启。

海洋碳汇纳入碳抵消机制的制度性政策不断完善。碳抵消机制是由某一组织制定的一套标准，主要用于监测、规范和审查自愿减排项目登记和自愿减排量交易的过程。目前，虽然海洋碳汇尚未纳入碳市场或CCER市场，但我国相关政策已将其作为国家应对气候变化和碳抵消的重要内容。具体而言，2012年国务院印发《全国海洋经济发展“十二五”规划》，在国内最早明确提出海洋碳汇的概念[6]，并逐渐在国内展开了具有海洋碳汇效应的生态修复行动。2015年，中共中央、国务院印发《中共中央 国务院关于加快推进生态文明建设的意见》《生态文明体制改革总体方案》等多个文件，明确提出增加海洋碳汇作为有效控制温室效应气体（GHG）排放的手段、探索海洋碳汇试点、加大开展具有碳汇效应的海洋生态修复等内容。2016年，海洋碳汇被正式纳入《中华人民共和国

气候变化第一次两年更新报告》（第五章），并于2017年提交《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）秘书处[7,8]，标志着海洋碳汇成为我国碳抵消的重要板块。

海洋碳汇交易成为实现“双碳”目标顶层设计的制度性政策。2020年，我国明确提出“双碳”目标，之后逐步健全的“1+N”政策体系对海洋碳汇交易作出了系统部署。“1”是指国家层面出台的《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和《2030年前碳达峰行动方案》政策，其为“双碳”工作进行系统谋划、总体部署，其中明确提出了整体推进海洋生态系统保护和修复，具体包括：提升红树林、海草床、盐沼等固碳能力；提升海洋等碳汇统计监测能力；将碳汇交易纳入全国碳交易市场；大力推进海上风电+海洋牧场等低碳农业模式等。在此基础上，还出台了有关部门或区域的“N”政策。例如，生态环境部、国家发展和改革委员会、自然资源部、交通运输部、农业农村部、中国海警局联合印发《“十四五”海洋生态环境保护规划》，自然资源部、国家发展和改革委员会、财政部、国家林业和草原局联合印发《生态系统碳汇能力巩固提升实施方案》，山东省人民政府印发《山东省碳达峰实施方案》等。这些政策都进一步强调加强海洋碳汇监测、巩固海洋生态系统碳汇能力、健全生态系统碳汇相关法规政策和促进生态产品价值实现等的重要性；意味着海洋碳汇交易已成为我国践行“双碳”目标的具体措施，也为海洋碳汇未来纳入碳市场提供了制度支持，同时有利于监测指南、方法学研制及实施等相关工作的推进[9,10]。

1.2 海洋碳汇交易操作性政策

考虑到海洋碳汇交易的碳抵消机制属性，从对应的国家层面的CCER交易市场和地方层面的碳普惠市场2个方面对海洋碳汇操作性政策进行分析。

1.2.1 国家层面CCER的操作性政策

已有的CCER交易市场，尤其是与海洋碳汇高度相似的林业碳汇的交易市场相关经验及操作政策，可为海洋碳汇交易机制研究与设计提供一定借鉴，其中最基本的就是项目开发及交易流程[5]。以林业碳汇CCER交易市场为例，主要可分为项目备案、减排量备案、挂牌交易3个阶段（图1）。

（1）项目备案阶段。需根据相应海洋碳汇方法学进行项目选择与设计，并向有关部门提交包括项目设计文件（PDD）、环评批复、第三方出具的项目审定报告等材料，重点是论证碳汇项目的可监测、可报告、可核查及额外性、障碍因素等，通过有关部门合规性审定并进行备案后，可正式称为“海洋碳汇CCER”项目并获得国家对该项目的公示。

（2）减排量备案阶段。重点是完成海洋碳汇CCER项目实施过程中的监测、报告和核查（MRV）等定量工作，并提交以MRV为主的系列材料[11]，通过有关部门审查后，获得海洋碳汇量和签发的CCER。

（3）挂牌交易阶段。签发的海洋碳汇CCER进行挂牌交易，基于等量原则用于碳配额抵消。碳汇项目开发及交易流程的各阶段中（图1），项目额外性论

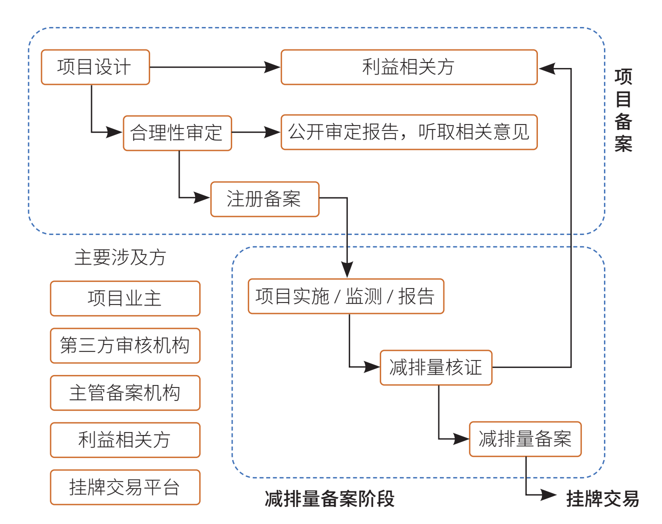


图1 海洋碳汇可借鉴的CCER交易操作规程

Figure 1 Reference for marine carbon sequestrations from CCER trading operating procedures

证、基准情景设定、合规审定、碳汇监测、报告和核查等关键环节，项目方法学[10]是其最主要的操作依据，也是通过碳汇交易实现碳资源优化配置的操作规范。

目前，国家层面的海洋碳汇操作性政策还未完成研制，但为推进CCER交易市场重启进程，2023年3月，生态环境部正式印发的《关于公开征集温室气体自愿减排项目方法学建议的函》明确提出，将建立并完善温室气体自愿减排项目方法学体系，这为海洋碳汇项目方法学研制及出台提供了重大机遇。同时，国家层面已发布和实施了部分海洋碳汇操作性政策（表1），虽然未涉及基准情景、碳汇的额外性等方法学的核心内容，未充分考虑可交易碳汇的人工干预和碳抵消的最重要原则，但是仍为未来海洋碳汇项目方法研制提供了一定的依据。

1.2.2 地方层面碳普惠市场操作性政策

目前，地方层面的碳市场包含配额市场和碳普惠市场2类，本研究仅讨论与海洋碳汇交易直接相关的碳普惠市场。福建、北京、广东等省份的碳普惠市场最具代表性[5]，是未来最有可能率先将海洋碳汇纳入碳抵消机制的区域。与国家层面基本一致，地方碳普惠市场也尚未将海洋碳汇纳入碳抵消机制交易范围。许多区域在海洋碳汇交易的主要操作依据即方法学方面，进行了有益探索（表2）。广东、海南、河北等地研制发布了红树林或双壳贝类的区域性碳汇方法学，深圳市研制了区域内典型海洋生态系统碳汇的核算指南，福建、广东、上海、山东、海南等多个沿海省市开展了海洋生态系统碳汇本底调查工作，并尝试构建包括海洋碳汇本底、碳汇监测、储量评估、潜力评估、保护修复、增汇成效评估的碳汇核算体系。这些将为未来海洋碳汇交易项目开发（如项目边界和基准情景设定、碳监测计划、碳库选择、额外性论证、缺省参数获得等）提供基础。

2 海洋碳汇交易实践评析

在“双碳”大背景和初步形成的海洋碳汇交易政策下，福建连江等地积极探索和推动了海洋碳汇的交易实践（表3）。交易标的集中于碳汇计量或方法学比较成熟的海洋碳汇系统，具体包括红树林、海草床、湿地及大型藻类、双壳贝类。购买方主要为银行、材料公司等企业及非政府组织（NGO），交易价格以线下磋商为主。以上交易实践对海洋碳汇交易机制的项目开发、流程探索等具有先行实践意义。然而，以CCER交易市场和地方层面的碳普惠市场为参照的碳抵消机制需要完成项目备案、减排量备案2个阶段工作才能交易[3]。结合具体实施过程中的操作依据，现有的海洋碳汇交易实践还面临着诸多困境，主要集中于4个方面。

（1）交易项目备案缺失。项目备案是碳汇开发与交易的首要环节，但从现有海洋碳汇交易的披露信息来看，已进行的交易均无项目备案这一关键环节。这很可能导致项目边界不清、基准情景设定失误、监测

表1　国家层面的海洋碳汇标准

Table 1　Marine carbon sequestration standards at national level

标准名称	属性(编号)	发布日期	发布部门	实施日期	核心内容及意义
《养殖大型藻类和双壳贝类碳汇计量方法 碳储量变化法》	行业标准（HY/0305—2021）	2021年2月9日	自然资源部	2021年6月1日	大型藻类和双壳贝类养殖碳汇计量、全国首个渔业碳汇核算方法
《海洋碳汇核算方法》	行业标准标（HY/0349—2022）	2022年9月26日	自然资源部	2023年1月1日	明晰海洋碳汇定义及其量化方法 全国首个综合性海洋碳汇核算标准

表2　地方层面的海洋碳汇交易操作性政策

Table 2　Marine carbon sequestration operating policies for trade at local level

方法学或文件名称	发布时间	依据/编制方	概要及指导意义
《广东省红树林碳普惠方法学(2023 年版)》	2023年3月	《广东省碳普惠交易管理办法》	碳普惠核证减排项目
海南红树林造林/再造林碳汇项目方法学(通过评审,待备案)	2023年3月	海南省环境科学研究院联合厦门大学环境与生态学院编制	规范海南省红树林造林/再造林项目的设计、碳汇量计量与监测工作,确保项目产生的碳汇量可监测、可报告、可核查
河北省海水养殖双壳贝类固碳项目方法学	2023年1月	UNFCCC清洁能源机制(CDM)有关方法学,结合河北省海水养殖双壳贝类实际	确保海水养殖双壳贝类碳汇可监测、可报告、可核查
《深圳大鹏区海洋碳汇核算指南》	2021年6月	《2006年IPCC国家温室气体清单指南》的湿地指南、《沿海湿地创造方法学》《潮汐湿地和海藻地修复方法学》的主要原则,参照《国家省级温室气体清单编制指南》《深圳市城市温室气体清单编制指南》框架	明确了红树林、盐沼泽、贝类、藻类等7个可交易碳汇类型及11项碳汇指标,17项排放因子;明确了碳汇核算的数据来源与方法,构建了质量控制指引和统一的报告形式;是全国首个海洋碳汇核算指南
《深圳市海洋碳汇核算指南(送审稿)》	2023年1月	养殖大型藻类和双壳贝类碳汇计量方法——碳储量变化法等	海洋碳汇可计量、可核算

和报告可行性低等问题，尤其是在碳泄漏、生态环境的负面影响等方面因评估不足而导致偏差，最终可能导致项目不满足额外性这一交易核心条件（即部分项目在考虑碳库合理性、项目活动碳排放、土壤扰动等因素时），达不到净碳汇标准。

（2）*交易方法学及MRV不规范。① 碳汇量核算参照标准与方法学有较大差距。*从现有海洋碳汇交易实践来看，除湛江红树林交易的碳汇量核算符合方法学规范外，其他交易的碳汇量是依据科研机构的行标核算或自行监测及报告得到的数据，多数以碳移除量为碳汇量结果，未考虑基准情景、碳泄漏及生物碳泵、微型生物碳泵的碳沉积作用等。因此，这类碳汇量核算参照标准的科学性和合理性有待提升。*② 第三方核定和核查单位并不具有资质。*目前，具有CCER项目审定核查资质的机构有6批共12家，这些机构也不是所有生态系统类型的碳汇都有审定的资质，如具有林业碳汇审定资质的仅有6家，即中国质量认证中心（CQC）、广州赛宝认证中心服务有限公司、中环联合（北京）认证中心有限公司、北京重创碳投科技有限公司、中国农业科学院、中国林科院林业科技信息研究所，海洋碳汇审定资质尚无明确规定（表4）[5]。除湛江红树林碳汇由具备CCER资质的机构中国质量认证中心审定和核查外，现有其他交易的碳汇并不具备有关部门的合规性审定，仅是科研机构作为第三方出具了评审报告，该评审报告不是真正基于监测、核查的报告，且这些科研机构不具备相应的资质。*③ 不符合地方层面的碳普惠市场政策。*从已开展碳普惠的各地区政策来看，海洋碳汇还未正式纳入交易标的，也与地方所公布的方法学或核算指南不一致，更不符合地方碳普惠市场要求的注册、登记、备案等规程。

（3）*交易平台不规范，碳抵消机制失灵。*现有的海洋碳汇交易大多是线下交易，如湛江红树林、威海海草床、宁波海岸带等，个别线上交易的交割平台

表3 国内海洋碳汇交易的探索性实践典型案例

Table 3 Typical cases of exploratory practice of Chinese marine carbon sequestration trading

案例名称	意义	时间	评估标准	评审方	报告方	碳汇量/额	供给方/业主	需求方/客户	交易平台	价格
湛江红树林	全国首个通过认证、首个交易的海洋碳汇项目	2021年3月	VCS、BCC	Verra、自然资源部第三海洋研究所	自然资源部第三海洋研究所	（3.8平方千米红树林）5 880万吨	保护区管理局	北京市企业家环保基金会	未披露	未披露
连江海带	全国首个海洋渔业碳汇交易项目	2022年1月	HY/T0305-2021	自然资源部第三海洋研究所	自然资源部第三海洋研究所	2.637 6万吨	福州连江县亿达养殖公司	兴业银行厦门产权交易中心—公司	厦门产权交易中心	8元/吨
青浦贝类	全国首个海洋贝类碳汇交易项目	2022年5月	HY/T0305-2021	自然资源部第三海洋研究所	自然资源部第三海洋研究所	1.084万吨	林蚝（福建）水产有限公司	福建华峰新材料公司	福建海峡资源环境交易中心	18元/吨
威海海草床	全国首个海洋碳汇保险项目	2022年5月	未披露	未披露	无	（0.01平方千米海草）	荣成楮岛水产有限公司	中国人寿保险财险省市两级配套联动	未披露	未披露
宁波海带、紫、浒苔	全国首个拍卖的海洋碳汇项目	2023年2月	HY/T0349-2022	宁波海洋研究院	宁波海洋研究院	2 340.1吨（来自养殖海带、紫菜、浒苔等藻类）	象山旭文海藻开发有限公司等	浙江易锻精密机械有限公司	未披露	106元/吨
盐城湿地	全国首个湿地修复蓝色碳汇质押贷款	2022年9月	未披露	未披露	未披露	（1 000万元质押贷款）	大丰区华丰农业开发有限公司	兴业银行盐城大丰支行	人民银行动产融资统一登记公示系统	以全国CEA当日交易价格

（如海带、贝类、湿地）不具备CCER交易资质，交易平台不规范甚至未通过正式的交易平台。海洋碳汇买方的动力以提升社会影响力为主，而不是真正为了碳抵消和减排。所以，现有的海洋碳汇交易不是在碳抵消机制下的交易，只是非正式的碳普惠交易。

（4）碳市场的价格机制未充分发挥作用。现有海洋碳汇交易价格约20元/吨，海带碳汇交易价格更是低至8元/吨，明显低于2021年7月16日—2023年3月17日全国碳排放权配额（CEA）市场平均交易价格（45元/吨），究其原因是现有项目不是真正的碳汇交易。从供给方而言，现有的海洋碳汇不符合额外性；从需求方而言，由于不是国家重点控排企业，现有项目不能在系统上抵消碳配额。因此，海洋碳汇的供需双方对交易的需求存在明显差异，供给方的交易需求弹性较小，而购买方的交易需求弹性较大，决定了购买方在交易价格的谈判能力显著强于供给方[11,12]，意味着现有海洋碳汇为“买方市场”。

3 结论及建议

3.1 研究结论

海洋碳汇资源禀赋丰裕、潜力巨大[9,14,15]，理论上海洋碳汇交易具有可抵消碳排放、优化资源配置和提升社会福利的可行性、有效性。海洋碳汇交易本质上是碳汇这一生态产品的价值实现过程，具体是通过碳抵消机制实现碳权在不同主体间的资源优化配置，引导分散的碳排放个体兼顾经济与生态，同时消除碳汇

表4 具有CCER项目审定(核查)资质的机构[5]
Table 4 Certified CCER project examination & approval organization[5]

批次	备案时间	机构
第一批	2013年6月	中国质量认证中心(CQC)* 广州赛宝认证中心服务有限公司*
第二批	2013年9月	中环联合(北京)认证中心有限公司*
第三批	2014年6月	生态环保护环境保护对外合作中心 中国船级社质量认证公司 北京重创碳投科技有限公司*
四批	2014年8月	中国农业科学院* 深圳华测国际认证有限公司 中国林业科学研究院林业科技信息研究所*
第五批	2016年3月	中国建材检验认证集团股份有限公司
第六批	2017年3月	江苏省星霖碳业股份有限公司 中国铝业郑州有色金属研究院有限公司

* 表示具有林业碳汇审定核查资质的机构

* The institutions with forestry carbon sink verification qualifications

主体生态行为的正外部性，进而保障集体（国家或特定区域、行业）沿着“减污、降碳、扩绿、增长”的协同增长路径发展，最终实现“双碳”目标。

当前，海洋碳汇交易具有重要现实意义和强烈需求，海洋碳汇交易制度正逐步构建，诸多区域、主体在具有明显碳汇效益的海域展开了海洋生态修复与保护行动，并在规范核算及计量方法、开展交易实践等方面进行了有益探索。与国际社会相比，我国海洋碳汇交易起步较晚，但探索性实践进程发展迅速，交易标的也更多样，除以IPCC为代表的、国际社会关注的红树林、海草床、盐沼等传统的典型海洋碳汇系统[12]，还涉及渔业（大型藻类和贝类养殖）碳汇。这些都为未来海洋碳汇交易的规范化积累了政策和实践的基础。未来海洋碳汇交易将成为我国海洋经济转型升级、高效践行“双碳”目标的重要抓手。

3.2 政策建议

结合我国碳市场交易经验，针对海洋碳汇交易现有政策和实践困境，本文建议未来应在促进海洋生态系统增汇和负排放基础上，从如下3个方面推进海洋碳汇交易进程。

（1）完善海洋碳汇交易的制度性政策。当前的海洋碳汇交易并不涉及重点企业，海洋碳汇市场机制未发挥碳资源优化配置的作用，主要是由于当前政策下，海洋碳汇不能抵消市场主体控排的碳配额，市场主体缺乏购买动机。为此，在CCER市场即将开启的背景下，拟出台的政策文件应将海洋碳汇纳入CCER体系，在国家层面建立海洋碳汇的碳抵消市场机制，从而扩大海洋碳汇交易的需求，适度提升交易价格。

（2）建立健全海洋碳汇交易的操作性政策。通过总结前期CEA交易市场及CCER交易市场的相关政策、交易流程，借鉴绿碳交易机制经验，加强海洋碳汇交易机制的基础研究，包括生态系统研究（红树林、海草床、盐沼等滨海蓝碳和大型藻类、双壳贝类养殖的渔业碳汇）和技术手段研究（生态修复与保护增汇、陆海统筹负排放或经济活动减排、海洋微生物增汇等）。加快制定、出台海洋碳汇的有关评估标准、方法学，推进海洋碳汇MRV体系的建设（包括技术规范、重点规程、第三方机构资质等）。

（3）鼓励更高质量的探索性交易实践。在正式的碳抵消制度出台前，“民间”探索性的海洋碳汇交易实践具有促进共识、积累经验、示范创新等多重意义。具体可注重4点探索性实践：① 流程。参考CCER尝试更为严谨的交易规程。② 价值实现方式。探索金融保险与质押信贷、生态灾害损失赔偿、大型活动碳抵消（如会议主办方购买海洋碳汇）等多种方式。③ 利益主体。激励和吸纳社会责任企业、非政府组织、金融机构等潜在客户，鼓励多样化的业主、平台、第三方机构参与海洋碳汇交易实践。④ 交易标的。在红树林、贝藻类碳汇基础上，探索资源更加丰富的盐沼及柽柳栽植复壮、互花米草防治等典型生态修复与保护的碳汇项目开发及交易。

参考文献

1 Macreadie P I, Robertson A I, Spinks B, et al. Operationalizing marketable blue carbon. One Earth, 2022, 5 (5): 485-492.

2 赵鹏, 姜书, 石建斌.《气候变化中的海洋与冰冻圈特别报告》的蓝碳内容及其影响. 海洋科学, 2021, 45(2): 137-143.
Zhao P, Jiang S, Shi J B. Blue carbon in the special report on the ocean and cryosphere in a changing climate and its impacts. Marine Sciences, 2022, 45(2): 137-143. (in Chinese)

3 杨越, 陈玲, 薛澜. 中国蓝碳市场建设的顶层设计与策略选择. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(9): 92-103.
Yang Y, Chen L, Xue L. Top design and strategy selection of blue carbon market construction in China. China Population, Resources and Environment, 2021, 31(9): 92-103. (in Chinese)

4 赵云, 乔岳, 张立伟. 海洋碳汇发展机制与交易模式探索. 中国科学院院刊, 2021, 36(3): 288-295.
Zhao Y, Qiao Y, Zhang L W. Development mechanism and trading mode of marine carbon sink. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(3): 288-295. (in Chinese)

5 李怒云. 中国林业碳汇. 北京: 中国林业出版社, 2016.
Li N Y. Forestry Carbon Sequestration in China. Beijing: China Forestry Publishing House, 2016. (in Chinese)

6 唐剑武, 叶属峰, 陈雪初, 等. 海岸带蓝碳的科学概念、研究方法以及在生态恢复中的应用. 中国科学: 地球科学, 2018, 48(6): 661-670.
Tang J W, Ye S F, Chen X C, et al. Coastal blue carbon: Concept, study method, and the application to ecological restoration. Scientia Sinica Terrae, 2018, 48(6): 661-670. (in Chinese)

7 焦念志. 研发海洋"负排放"技术支撑国家"碳中和"需求. 中国科学院院刊, 2021, 36(2): 179-187.
Jiao N Z. Developing ocean negative carbon emission technology to support national carbon neutralization. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(2): 179-187. (in Chinese)

8 刘纪化, 郑强. 从海洋碳汇前沿理论到海洋负排放中国方案. 中国科学: 地球科学, 2021, 51(4): 644-652.
Liu J H, Zheng Q. From the frontier theory of ocean carbon sinks to the plan for ocean negative emissions of China. Scientia Sinica Terrae, 2021, 51(4): 632-643. (in Chinese)

9 焦念志, 刘纪化, 石拓, 等. 实施海洋负排放践行碳中和战略. 中国科学: 地球科学, 2021, 51(4): 632-643.
Jiao N Z, Liu J H, Shi T, et al. Implement negative ocean emissions and implement carbon neutrality strategy. Scientia Sinica Terrae, 2021, 51(4): 632-643. (in Chinese)

10 李雪, 刘子飞, 赵明军, 等. 我国水产养殖与捕捞业"双碳"目标及实现路径. 中国农业科技导报, 2022, 24(11): 13-26.
Li X, Liu Z F, Zhao M J, et al. Carbon peak and carbon neutralization goals and realization paths of the aquaculture and fishing industry in China. Journal of Agricultural Science and Technology, 2022, 24(11): 13-26. (in Chinese)

11 国家林业局造林绿化管理司. 造林项目碳汇计量监测指南. 北京: 中国林业出版社, 2014.
Forest Greening Management Division of National Forestry Administration. Guideline for Carbon Sink Measurement and Monitoring of Afforestation Projects. Beijing: Forestry Press of China, 2014. (in Chinese)

12 IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Geneva: IPCC, 2014.

13 Costanza R, d'Arge R, De Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 387: 253-260.

14 张继红, 刘纪化, 张永雨, 等. 海水养殖践行"海洋负排放"的途径. 中国科学院院刊, 2021, 36(3): 252-258.
Zhang J H, Liu J H, Zhang Y Y, et al. Strategic approach for mariculture to practice "ocean negative carbon emission". Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(3): 252-258. (in Chinese)

15 唐启升, 刘慧. 海洋渔业碳汇及其扩增战略. 中国工程科学, 2016, 18(3) :68-73.
Tang Q S, Liu H. Strategy for carbon sink and its amplification in marine fisheries. Strategic Study of CAE, 2016, 18(3): 68-73. (in Chinese)

Trading policy, practice and prospect on marine carbon sequestration in China

DONG Jingming[1]　LIU Zifei[2*]　CHEN Limei[1]

（1 Fuzhou Planning & Design Research Institute Group Co. Ltd., Fuzhou 350108, China;

2 Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing 100141, China）

Abstract　Marine carbon sequestration trading is the inherent requirement and effective mechanism for marine eco-civilization development, maritime economic strategy. The research compares and analyzes the policies and practices of China's marine carbon sequestration trading, and looks forward its future development tendency. It is pointed points out that under the framework of the national Dual Carbon goals, especially in "1+*N*" policy, the top-level system of China's marine carbon sequestration trading has initially formed. Many relevant industry standards have been introduced and implemented at the national level. Then at the local level, some regions have introduced and implemented marine carbon sequestration calculation guidelines or methodologies of typical marine carbon sequestration. In addition, the operational policy of marine carbon sequestration trading is gradually being formulated. Furthermore, some areas have carried out exploratory practices of marine carbon sequestration trading, including mangroves, bivalves, macroalgae, salt marshes, and other trading targets. The trading methods being practiced include purchase, insurance, credit loans, auctions, and other means. The policy development and exploratory trading of marine carbon sequestrations have accumulated valuable experience for more standardized trading of marine carbon sequestrations in the future. However, issues such as non-standard processes, non-standard verification and reports, lack of trading platforms, and the low-price nature, have led to the slow progress of the optimal allocation of carbon resources and the transformation of marine economy. As such, the research recommends on how marine carbon sequestrations trading should be promoted in the future, including the inclusion of marine carbon sequestrations into the China Certified Emission Reduction (CCER) -based trading system, the improvement of operational policies focusing on methodological development, and the optimization of trading processes, methods, platforms, etc.

Keywords　marine carbon sequestration trading, marine carbon sequestration policy, carbon trading policy, blue carbon trading, marine ecological restoration

董敬明　福州市规划设计研究院集团有限公司副总规划师。主要研究方向为区域和城市规划、海洋经济、生态环保。
E-mail: dong_jm@fzghy.com

DONG Jingming　Deputy Planning Director at Fuzhou Institute of Planning Design Research Group Co. Ltd. He specializes in urban and regional planning, marine economics, and ecological environmental conservation. E-mail: dong_jm@fzghy.com

刘子飞　中国水产科学研究院副研究员。主要研究方向为渔业经济、资源与环境经济、海洋经济与碳汇。
E-mail: liuzifei@cafs.ac.cn

LIU Zifei　Associate Professor of Chinese Academy of Fishery Sciences. He specializes in fishery economy, resource and environment economy, and marine economy and carbon sequestration. E-mail: liuzifei@cafs.ac.cn

■责任编辑：文彦杰

*Corresponding author